

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

### RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>102319BM/SPD</b>	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n°  <b>PCT/FR 00/ 01943</b>	Date du dépôt international(jour/mois/année)  <b>06/07/2000</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année)  <b>08/07/1999</b>
Déposant  <b>ALCATEL</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 2 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

**1. Base du rapport**

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.
- ☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.
- b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :
- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).
3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

**4. En ce qui concerne le titre,**

- ☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.
- ☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

**5. En ce qui concerne l'abrégé,**

- ☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
- ☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

**6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°**

- ☒ suggérée par le déposant.
- ☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.
- ☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

1

☐ Aucune des figures n'est à publier.

***This Page Blank (uspto)***

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Je internationale No

PCT/FR 00/01943

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H04B17/00 H04B7/005

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H04B H04Q

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 589 595 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 30 mars 1994 (1994-03-30) colonne 2, ligne 40 -colonne 5, ligne 33 revendications 1-11 ---	1-14
A	US 5 559 790 A (DOI NOBUKAZU ET AL) 24 septembre 1996 (1996-09-24) abrégi -----	1, 15

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 septembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/09/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Kokkoraki, A

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Descriptive Internationale No

PCT/FR 00/01943

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0589595 A	30-03-1994	AU 652518 B	25-08-1994
		AU 4495393 A	31-03-1994
		CA 2101501 A	22-03-1994
		JP 6197061 A	15-07-1994
		US 5918184 A	29-06-1999
US 5559790 A	24-09-1996	JP 7038496 A	07-02-1995
		US 5870393 A	09-02-1999

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No  
PCT/FR 00/01943

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H04B17/00 H04B7/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04B H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 589 595 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 30 March 1994 (1994-03-30) column 2, line 40 -column 5, line 33 claims 1-11	1-14
A	US 5 559 790 A (DOI NOBUKAZU ET AL) 24 September 1996 (1996-09-24) abstract	1, 15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 September 2000

Date of mailing of the international search report

28/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kokkoraki, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/01943

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0589595 A	30-03-1994	AU 652518 B	25-08-1994
		AU 4495393 A	31-03-1994
		CA 2101501 A	22-03-1994
		JP 6197061 A	15-07-1994
		US 5918184 A	29-06-1999
US 5559790 A	24-09-1996	JP 7038496 A	07-02-1995
		US 5870393 A	09-02-1999

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
18 janvier 2001 (18.01.2001)

PCT

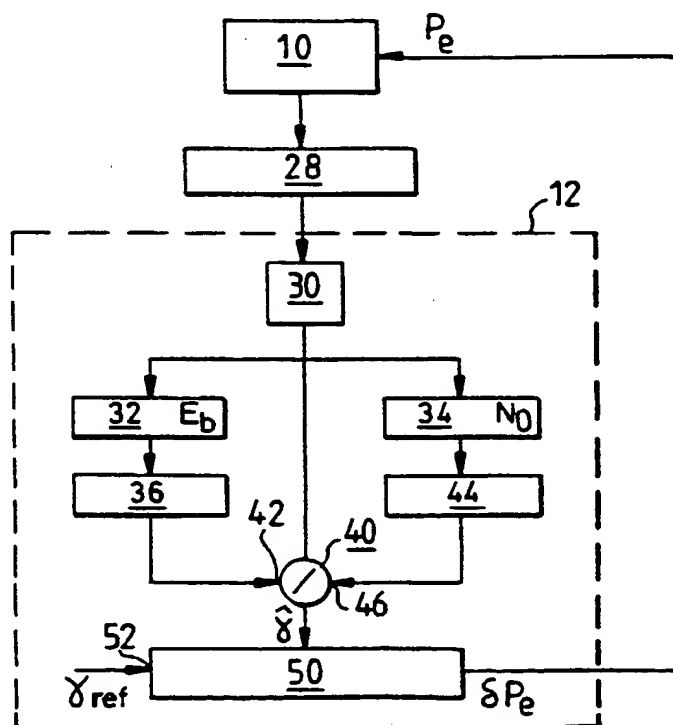
(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/05073 A1

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: H04B 17/00, 7/005
- (21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/01943
- (22) Date de dépôt international: 6 juillet 2000 (06.07.2000)
- (25) Langue de dépôt: français
- (26) Langue de publication: français
- (30) Données relatives à la priorité:  
99/08842 8 juillet 1999 (08.07.1999) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): ALCA-  
TEL [FR/FR]; 54, rue la Boétie, F-75008 France (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): LA-  
PAILLE, Cédric [FR/FR]; 5, place Maurice Berteaux,  
F-78400 Chatou (FR). CALOT, Guillaume [FR/FR]; 28,  
rue Henri de Regnier, F-78000 Versailles (FR).
- (74) Mandataires: SMITH, Bradford etc.; Compagnie Finan-  
cière Alcatel, Département Propriété Industrielle, 30, av-  
enue Kléber, F-75116 Paris (FR).
- (81) États désignés (national): AU, BR, CA, CN, ID, IN, JP,  
KR, MX, NO, SG, US, VN.
- (84) États désignés (régional): brevet eurasien (AM, AZ, BY,  
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR ESTIMATING SIGNAL-TO- NOISE RATIO IN A TELECOMMUNICATION RECEIVER AND AP-  
PLICATION OF SAID METHOD FOR CONTROLLING A TRANSMITTER

(54) Titre: PROCEDE D'ESTIMATION DU RAPPORT SIGNAL A BRUIT DANS UN RECEPTEUR DE TELECOMMUNICA-  
TIONS ET APPLICATION DE CE PROCEDE AU CONTROLE D'UN EMETTEUR



(57) Abstract: The invention concerns a method for estimating a signal-to-noise ratio, in particular digital, received by a radio communication receiver. Said method is characterised in that it consists in estimating separately the signal and the noise and in filtering (36, 44) separately the signal ( $E_b$ ) and the noise ( $N_0$ ) before carrying out the division (40) of the signal from the noise. The noise filtering is for example of the statistical type, whereas the signal filtering is of the low-pass filtering type.

(57) Abrégé: L'invention concerne un procédé d'estimation du rapport signal à bruit d'un signal, notamment de type numérique, reçu par un récepteur de radiocommunications. Ce procédé est caractérisé en ce qu'on estime séparément le signal et le bruit et en ce qu'on filtre (36, 44) séparément le signal ( $E_b$ ) et le bruit ( $N_0$ ) avant d'effectuer la division (40) du signal par le bruit. Le filtrage du bruit est par exemple de type statistique, alors que le filtrage du signal est du type passe-bas.

WO 01/05073 A1

WO 01/05073 A1



CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

**Publiée:**

— Avec rapport de recherche internationale.

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*



**PROCÉDÉ D'ESTIMATION DU RAPPORT SIGNAL À BRUIT DANS UN  
RÉCEPTEUR DE TÉLÉCOMMUNICATIONS ET APPLICATION DE CE PROCÉDÉ  
AU CONTRÔLE D'UN ÉMETTEUR.**

L'invention est relative à un procédé d'estimation du rapport signal à bruit d'un signal reçu par un récepteur de radiocommunications. Elle concerne aussi un récepteur permettant de mettre en œuvre ce procédé ainsi que l'application du procédé pour contrôler la puissance d'un émetteur.

Un système de télécommunications permet, en général, la transmission simultanée d'un grand nombre de communications différentes.

On considérera, ici, à titre d'exemple, un système de télécommunications dans lequel une pluralité de terminaux communiquent avec une station de commande ou connexion, notamment par l'intermédiaire de moyens de réémission à bord d'un satellite. Les communications entre terminaux s'effectuent par l'intermédiaire de la station de commande. Ainsi, cette dernière communique simultanément avec un ensemble de terminaux.

Dans ce système de télécommunications, le nombre de communications qu'il est possible de transmettre simultanément dépend de la puissance de réémission disponible à bord du satellite. Cette puissance étant nécessairement limitée, pour maximiser la capacité du système, c'est-à-dire pour maximiser le nombre de communications qu'il est possible de transmettre simultanément, il faut minimiser la puissance attribuée à chaque émetteur. Mais cette contrainte est difficilement compatible avec l'exigence d'optimisation de la qualité de la communication qui nécessite une puissance d'émission suffisante. En général, les communications étant de type numérique, la qualité de transmission se mesure par un taux d'erreurs maximum admissible. Ce taux d'erreurs admissible est garanti si le rapport signal à bruit reçu dépasse un seuil prédéterminé.

Ainsi, la puissance d'un émetteur est en général déterminée à partir du rapport signal à bruit mesuré au récepteur associé, et cette mesure du rapport signal à bruit est en général effectuée en permanence, notamment dans un système de transmission par satellite, car les conditions de propagation peuvent varier, en particulier du fait des variations des conditions météorologiques. Par exemple, la pluie provoque une forte atténuation du signal reçu par rapport à une transmission par temps clair. Les conditions de propagation peuvent aussi se dégrader du fait de scintillations qui ont pour origine des trajets multiples de signaux provoquant des combinaisons additives et soustractives ; ces conditions peuvent aussi se dégrader

du fait de masquages intervenant quand une antenne suit une source mobile (ici, le satellite) et que des obstacles s'interposent sur le trajet du signal transmis.

Une mesure de rapport signal à bruit d'un signal reçu étant en général elle-même entachée d'un bruit d'estimation, afin de réduire ce bruit d'estimation, on effectue, habituellement, un lissage tel qu'un filtrage passe-bas après cette mesure.

La précision de la mesure du rapport signal à bruit détermine la capacité du système de télécommunications. En effet, si la mesure est précise, on affectera à chaque émetteur la puissance qui lui est juste nécessaire, ce qui permet donc de maximiser les ressources en communications, alors qu'une mesure de faible précision entraîne une puissance excessive attribuée à chaque émetteur, ce qui n'est pas favorable à la maximisation de la capacité en communication.

L'invention permet d'augmenter la précision de l'estimation du rapport signal à bruit et permet donc de fournir un signal de consigne à l'émetteur associé qui minimise la puissance d'émission de ce dernier.

À cet effet, l'invention prévoit qu'on estime séparément le signal et le bruit et qu'avant d'effectuer la division entre le signal et le bruit, on filtre séparément le signal et le bruit. On a en effet constaté qu'un filtrage, préalable à la division, sur chacune des composantes permettait de réduire le bruit d'estimation.

En outre, dans un mode de réalisation, les filtrages effectués sur le signal et le bruit sont de types différents et, de préférence, adaptés respectivement au signal et au bruit. En effet, le signal et le bruit constituant des variables de natures différentes, en particulier du fait de leurs origines physiques différentes, un traitement adapté à l'une des variables n'est pas forcément adapté à l'autre, par exemple, parce que leurs amplitudes et leurs bandes de fréquence sont le plus souvent très fortement différentes.

En outre, quand le trafic est sporadique, l'estimation de la puissance du signal peut n'être effectuée que lors de l'apparition de signaux d'information alors que le bruit peut être mesuré en permanence.

Pour filtrer le signal utile avant d'effectuer la division, on choisit, de préférence, un filtre passe-bas permettant, d'une part, une réduction sensible du bruit d'estimation de ce signal et, d'autre part, un temps de réaction de boucle de régulation suffisamment faible. À cet effet, on peut faire appel soit à un filtre à réponse impulsionnelle finie par exemple de type moyenneur, soit à un filtre de réponse impulsionnelle infinie par exemple du premier ordre. Un tel filtre à réponse impulsionnelle infinie du premier ordre sera préféré dans le cas d'un trafic sporadique car

ce filtre confère plus de poids aux informations plus récentes qu'aux informations plus anciennes.

Pour le filtrage, ou lissage, de l'estimation du bruit, on utilise, de préférence, un lissage de type statistique qui tient compte de la nature aléatoire du bruit.

- 5 À cet effet, on observe la distribution statistique des mesures de puissances de bruits sur une période déterminée choisie à une valeur suffisamment importante pour collecter un nombre élevé (statistiquement représentatif) de mesures, cette période d'observation étant cependant choisie pour que le bruit conserve, pendant cette période, un comportement stationnaire. On choisit alors un niveau de bruit
- 10 supérieur à la valeur moyenne et tel qu'il constitue une valeur limite au-delà de laquelle la probabilité pour que la puissance de bruit estimée dépasse cette limite, au cours de la période d'observation, soit inférieure à un seuil  $\varepsilon$  faible.

- Autrement dit, pour l'estimation du bruit, on n'effectue pas un calcul de valeur moyenne mais on considère un histogramme des niveaux de bruit et on
- 15 détermine la dispersion de ces niveaux.

Dans le cas le plus simple, on choisit le niveau de bruit le plus élevé sur une période d'observation suffisamment longue, par exemple, de l'ordre de la seconde.

- On peut aussi effectuer cette estimation du niveau de bruit en fonction de
- 20 paramètres connus de ce bruit. Par exemple, si on sait que le bruit est gaussien, on calcule la moyenne  $\mu$  et la variance  $\sigma^2$  de la distribution et la valeur lissée est :  $\mu + n\sigma$ ,  $\sigma$  étant un écart type et  $n$  étant un entier tel que la probabilité pour que la puissance de bruit ne dépasse pas cette valeur  $\mu + n\sigma$ , soit inférieure au seuil faible  $\varepsilon$ .

- 25 De façon plus générale, la moyenne et la variance, c'est-à-dire les moments de la distribution, permettent d'estimer la puissance de bruit.

Le lissage de type statistique de l'estimation est particulièrement utile en cas de brouillage.

- Il est aussi possible de faire appel à un filtrage du bruit de type passe-bas,
- 30 à réponse impulsionnelle finie ou infinie, par exemple quand on a affaire à un bruit thermique.

La présente invention s'applique principalement à l'estimation du rapport signal à bruit d'un signal utile, c'est-à-dire un signal de données proprement dit.

- La présente invention prévoit un procédé d'estimation du rapport signal à
- 35 bruit d'un signal utile, notamment de type numérique, reçu par un récepteur de radiocommunications. Ce procédé est caractérisé en ce qu'on estime séparément le

signal et le bruit et en ce que, pour minimiser le bruit d'estimation du rapport signal à bruit, on filtre séparément le signal et le bruit avant d'effectuer la division du signal par le bruit.

5 Selon un mode de réalisation, le filtrage du signal utile est différent du filtrage du signal de bruit.

Selon un mode de réalisation, pour filtrer le signal de bruit, on observe la distribution statistique des mesures de puissance de bruit pour une période déterminée au cours de laquelle on collecte un nombre statistiquement représentatif d'échantillons de mesures, cette période étant cependant suffisamment courte pour  
10 que le bruit reste pratiquement stationnaire.

Selon une autre réalisation, le niveau de bruit retenu a une valeur telle que la probabilité que le niveau de bruit dépasse cette valeur soit inférieure à un seuil prédéterminé pendant la période d'observation.

15 Selon un mode de réalisation, la valeur de bruit retenue est la valeur maximale sur la période déterminée.

Selon un mode de réalisation, on détermine les moments de la distribution.

Selon un mode de réalisation, on détermine la moyenne et la variance de la distribution et la valeur de bruit retenue est  $\mu + n\sigma$ ,  $\sigma$  étant un écart type et  $n$  un nombre déterminé en fonction du seuil prédéterminé.

20 Selon un mode de réalisation, pour filtrer le signal du bruit, on fait appel à un filtrage passe-bas du type à réponse impulsionnelle finie ou infinie.

Selon une réalisation, pour filtrer le signal utile, on fait appel à un filtre à réponse impulsionnelle finie.

25 Selon un mode de réalisation, le filtre à réponse impulsionnelle finie est de type moyenneur.

Selon un mode de réalisation, l'émetteur délivrant un signal de référence à période régulière avec un niveau déterminé, l'estimation du rapport signal à bruit est effectuée sur ce signal de référence.

30 Selon un mode de réalisation, pour filtrer l'estimation du signal utile, on utilise un filtre à réponse impulsionnelle infinie.

Selon un mode de réalisation, on utilise un filtrage auto-régressif du premier ordre, par exemple, d'expression :

$$\hat{x}_i = (1 - a)\tilde{x}_i + a\hat{x}_{i-1}$$

35 où  $\tilde{x}_i$  représente l'estimation instantanée du signal utile à l'instant  $i$ ,  $\hat{x}_i$  représente l'estimation lissée du signal utile à l'instant  $i$  et  $a$  est un coefficient d'intégration.

Selon un mode de réalisation, le filtrage est appliqué à chaque paquet ou cellule reçu(e), les paquets ou cellules étant reçus de façon sporadique.

La présente invention prévoit en outre une application du procédé selon l'invention à l'estimation du rapport signal à bruit dans un récepteur de télécommunications envoyant une information destinée à contrôler la puissance de l'émetteur correspondant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description de certains de ses modes de réalisation, celle-ci étant effectuée en se référant aux dessins ci-annexés sur lesquels :

la figure 1 est un schéma d'un émetteur et d'un récepteur mettant en œuvre le procédé conforme à l'invention,

la figure 2 est un schéma d'un système de télécommunications auquel s'applique le procédé conforme à l'invention, et

la figure 3 est un diagramme destiné à expliquer certains aspects du filtrage utilisé dans le récepteur de la figure 1.

On a représenté sur la figure 1 un émetteur 10 et un récepteur 12 dans lesquels la puissance  $P_e$  de l'émetteur 10 est déterminée à l'aide d'un signal de consigne  $\delta P_e$  fourni par le récepteur 12.

Dans l'exemple, l'émetteur et le récepteur font partie d'un système de télécommunications dans lequel les communications sont transmises par l'intermédiaire de satellites défilants 14 (figure 2) à orbites basses ou moyennes, de l'ordre de 1450 km dans l'exemple, et dans lequel la terre est divisée en zones 16 ayant, par exemple, chacune 700 km de diamètre et, à l'intérieur de chaque zone 16, on prévoit une station de commande ou connexion 18, par exemple de position centrale, et une pluralité de terminaux 20<sub>1</sub>, 20<sub>2</sub>, etc. La station de connexion 18 est, de son côté, reliée à un ou plusieurs autre(s) réseau(x) 22, par exemple, de type terrestre.

Une communication entre deux terminaux 20<sub>1</sub> et 20<sub>2</sub> s'effectue par l'intermédiaire du satellite 14 et de la station 18. De façon plus précise, quand le terminal 20<sub>1</sub> communique avec le terminal 20<sub>2</sub>, le signal émis par le terminal 20<sub>1</sub> est transmis à la station 18 par l'intermédiaire du satellite 14 et cette station 18 renvoie le signal au terminal 20<sub>2</sub>, également par l'intermédiaire du satellite 14. Par "satellite", on entend, bien entendu, les moyens de réémission à bord du satellite.

De même, une communication entre un terminal 20<sub>1</sub> et un abonné du réseau 22 s'effectue par l'intermédiaire de la station 18. En d'autres termes, quand

un abonné du réseau 22 appelle l'abonné  $20_i$ , le signal est transmis à la station 18 et la station 18 transmet ce signal au terminal 20 par l'intermédiaire du satellite 14.

Chaque terminal a un rôle à la fois d'émetteur et de récepteur et la station de connexion 18 est également à la fois émettrice et réceptrice. Ainsi, dans le cas de la figure 1, l'émetteur 10 est disposé soit dans un terminal soit dans la station de connexion 18 et, de même, le récepteur 12 se trouve soit dans la station 18 soit dans un terminal  $20_j$ .

Un signal transmis par l'émetteur 10 se propage dans l'espace qui constitue un canal 28 (figure 1). Ce canal affaiblit le signal et introduit du bruit.

10 Le récepteur 12 comporte, de façon classique, un organe de réception 30 et un organe 32 d'estimation de la puissance  $E_b$  du signal et un organe 34 d'estimation de la puissance  $N_0$  du bruit.

Conformément à l'invention, l'organe 32 d'estimation du signal est suivi par un organe 36 de filtrage de ce signal, ce filtrage 36 étant disposé en amont d'un diviseur 40. Autrement dit, la sortie de l'organe 36 est reliée à l'entrée 42 de numérateur du diviseur 40.

En outre, l'organe 34 d'estimation de la puissance de bruit  $N_0$  est suivi, en amont du diviseur 40, par un filtre 44 dont la sortie est reliée à l'entrée 46 de dénominateur du diviseur 40.

20 Le diviseur 40 fournit une estimation du rapport signal à bruit qui est appliquée à un organe de décision 50 présentant une entrée 52 sur laquelle est appliquée un signal de référence  $\gamma_{ref}$  et la comparaison entre le signal fourni par le diviseur 40 et le signal de référence appliqué sur l'entrée 52 permet d'élaborer la consigne  $\delta P_e$  pour régler la puissance de l'émetteur 10.

25 En variante (non montrée), l'organe de décision se trouve dans l'émetteur, le récepteur transmettant l'estimation du rapport signal à bruit (la sortie du diviseur 40) à une entrée de commande de l'émetteur.

On considérera tout d'abord le cas pour lequel l'émetteur 10 se trouve dans la station de connexion 18 et le récepteur 12 se trouve dans un terminal  $20_j$ . Dans 30 ce cas, la mesure du rapport signal à bruit est facilitée par l'émission d'un signal de référence périodique de la station 18 vers les terminaux  $20_i$  qui est un signal de synchronisation de niveau déterminé et de période connue. Ainsi, dans ce cas, le récepteur 12 peut exploiter ce signal de synchronisation pour mesurer le rapport signal à bruit, au lieu de faire appel aux signaux utiles qui sont par nature sporadiques. 35

Dans ce cas, le filtrage 36 du signal utile peut être un simple moyenneur effectuant l'opération suivante :

$$\hat{x}_i = \frac{1}{L} \sum_{j=0}^{L-1} \tilde{x}_{i-j}$$

où  $\tilde{x}_i$  représente l'estimation instantanée de  $E_b$  à l'instant  $i$ ,  $\hat{x}_i$  représente l'estima-  
 5 tion lissée de  $E_b$  à l'instant  $i$  et  $L$  est la longueur d'intégration.

Dans cet exemple, le filtre 44 échantillonne, avec une période de 1,5 ms, le signal de bruit  $N_0$  sur une période de quelques secondes et retient la valeur maximale observée au cours de cette période.

En variante, sur une période déterminée  $T$ , choisie suffisamment longue  
 10 pour permettre de collecter un nombre suffisant de mesures mais suffisamment courte pour garantir un comportement de bruit stationnaire, on calcule les paramètres liés à la distribution, ou histogramme, des échantillons de bruit pour en déduire un niveau de bruit  $\mu_{N0} + \Delta N_0$  tel que la probabilité pour que la valeur instantanée du bruit dépasse ce niveau soit inférieure à  $\varepsilon$ , c'est-à-dire :

$$15 \quad P(\forall i \in [0, T], \tilde{N}_0(i) > \mu_{N0} + \Delta N_0) < \varepsilon$$

Dans cette formule,  $\tilde{N}_0(i)$  représente la valeur d'un échantillon de bruit de la distribution à l'instant  $t_i$ ,  $T$  la période d'observation et  $\mu_{N0}$  la valeur moyenne du signal de bruit.

Cette formule est représentée par le diagramme de la figure 3 sur lequel on  
 20 a porté, en abscisses, les niveaux instantanés de bruit  $\tilde{N}_0$  et, en ordonnées, les probabilités  $p(\tilde{N}_0)$  d'apparition de ces niveaux.

La valeur retenue  $\mu_{N0} + \Delta N_0$  peut être calculée à l'aide des moments de la distribution, notamment, à partir de la moyenne  $\mu$  et de la variance  $\sigma^2$ . Dans ce dernier cas, la valeur lissée a par exemple pour valeur,  $\mu + n\sigma$ ,  $\sigma$  étant un écart type et  
 25  $n$ , un entier choisi en fonction de la valeur de  $\varepsilon$  retenue.

On considère ensuite le cas où l'émetteur 10 se trouve dans un terminal et le récepteur se trouve dans la station de connexion 18. Dans cette hypothèse, le terminal n'émettant pas de signal de référence périodique vers la station de connexion mais des signaux d'information d'une façon sporadique sous forme de  
 30 cellules ou paquets, on effectue, dans le récepteur, une estimation de la puissance  $E_b$  du signal pour chaque paquet ou cellule alors que l'estimation du bruit peut être effectuée suivant une période régulière, comme dans le cas précédent.

Ainsi, dans ce cas, le filtrage 44 du bruit s'effectue de la même manière que dans l'hypothèse précédente. Par contre, pour le lissage ou filtrage 36 du

signal, il est préférable de tenir compte du caractère sporadique de la transmission. On fait, par exemple, appel à un filtre auto-régressif du premier ordre permettant d'effectuer l'opération suivante :

$$\hat{x}_i = (1 - a)\tilde{x}_i + a\hat{x}_{i-1}$$

- 5 où  $\tilde{x}_i$  représente l'estimation instantanée de  $E_b$  à l'instant  $i$ ,  $\hat{x}_i$  représente l'estimation lissée de  $E_b$  à l'instant  $i$  et  $a$  est un coefficient d'intégration.

Un tel filtre est en effet mieux adapté au caractère sporadique qu'une moyenne car, comme le montre la formule précédente, il donne plus de poids aux informations les plus récentes qu'aux informations plus anciennes.

- 10 Le procédé conforme à l'invention fournit une estimation du rapport signal à bruit du signal reçu qui permet d'appliquer une consigne à l'émetteur. On peut ainsi minimiser la puissance d'émission tout en permettant de respecter un taux d'erreurs binaires qui ne dépasse pas un seuil prescrit.

- 15 Le traitement statistique du bruit qui est utilisé est particulièrement utile et efficace dans le cas où le système de télécommunications représenté sur la figure 2, est tel que deux zones voisines 16 utilisent la même fréquence porteuse. En effet, dans ce cas, il existe un risque de brouillage dans des parties voisines ou non des deux zones et, donc, un bruit non prédictible dans ces parties.



## REVENDEICATIONS

1. Procédé d'estimation du rapport signal à bruit d'un signal utile, notamment de type numérique, reçu par un récepteur de radiocommunications, caractérisé en ce que pour minimiser le bruit d'estimation du rapport signal à bruit, on estime  
5 séparément le signal et le bruit et en ce qu'on filtre (36,44) séparément le signal ( $E_b$ ) et le bruit ( $N_0$ ) avant d'effectuer la division (40) du signal par le bruit.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage (36) du signal utile ( $E_b$ ) est différent du filtrage (44) du signal de bruit ( $N_0$ )
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, pour filtrer le  
10 signal de bruit, on observe la distribution statistique des mesures de puissance de bruit pour une période déterminée ( $T$ ) au cours de laquelle on collecte un nombre statistiquement représentatif d'échantillons de mesures, cette période étant cependant suffisamment courte pour que le bruit reste pratiquement stationnaire.
- 15 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le niveau de bruit retenu a une valeur ( $\mu N_0 + \Delta N_0$ ) telle que la probabilité ( $P$ ) que le niveau de bruit dépasse cette valeur soit inférieure à un seuil prédéterminé ( $\varepsilon$ ) pendant la période ( $T$ ) d'observation.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la valeur de bruit  
20 retenue est la valeur maximale sur la période déterminée ( $T$ ).
6. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'on détermine les moments de la distribution.
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'on détermine la  
moyenne ( $\mu$ ) et la variance ( $\sigma^2$ ) de la distribution et en ce que la valeur de bruit  
25 retenue est  $\mu + n\sigma$ ,  $\sigma$  étant un écart type et  $n$  un nombre déterminé en fonction du seuil prédéterminé.
8. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, pour filtrer le signal de bruit, on fait appel à un filtrage passe-bas du type à réponse impulsionnelle finie ou infinie.
- 30 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que pour filtrer le signal utile ( $E_b$ ), on fait appel à un filtre à réponse impulsionnelle finie.
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le filtre à réponse impulsionnelle finie est de type moyennneur.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que l'émetteur délivrant un signal de référence à période régulière avec un niveau déterminé, l'estimation du rapport signal à bruit est effectuée sur ce signal de référence.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, pour filtrer l'estimation du signal utile, on utilise un filtre à réponse impulsionnelle infinie.
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'on utilise un filtrage auto-régressif du premier ordre, par exemple, d'expression :
- $$\hat{x}_i = (1 - a)\tilde{x}_i + a\hat{x}_{i-1}$$
- où  $\tilde{x}_i$  représente l'estimation instantanée du signal utile à l'instant i,  $\hat{x}_i$  représente l'estimation lissée du signal utile à l'instant i et a est un coefficient d'intégration.
14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que le filtrage est appliqué à chaque paquet ou cellule reçu(e), les paquets ou cellules étant reçus de façon sporadique.
15. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes à l'estimation du rapport signal à bruit dans un récepteur de télécommunications envoyant une information destinée à contrôler la puissance de l'émetteur correspondant.

1/1

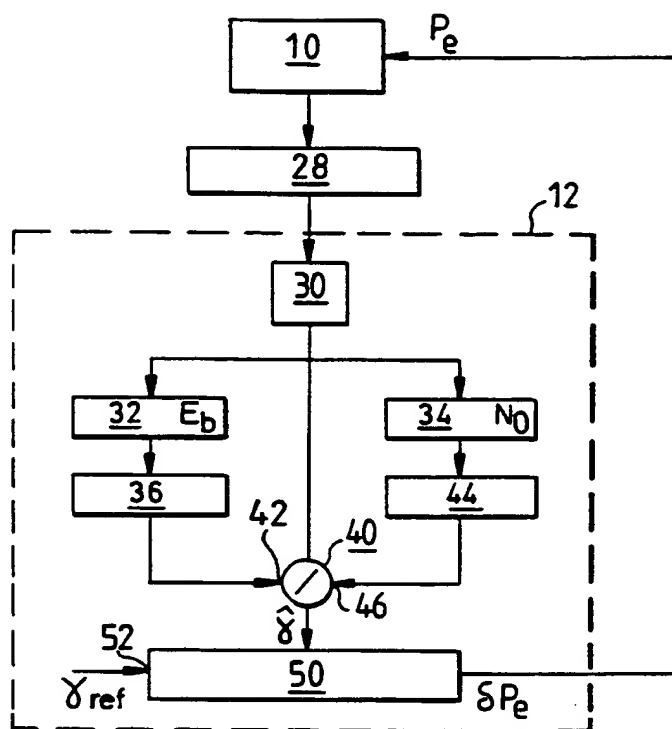


FIG.1

FIG.2

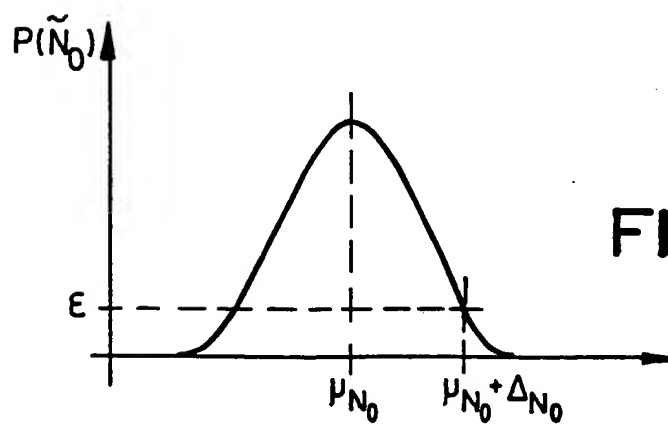
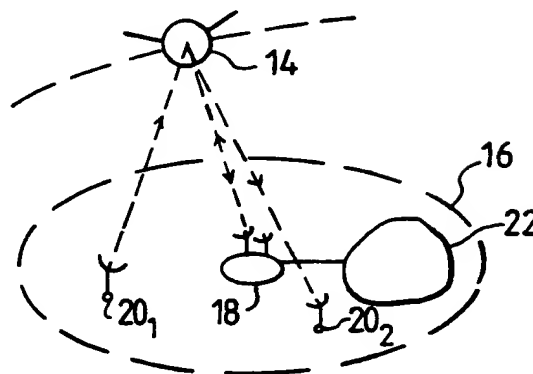


FIG.3

**This Page Blank (uspto)**